

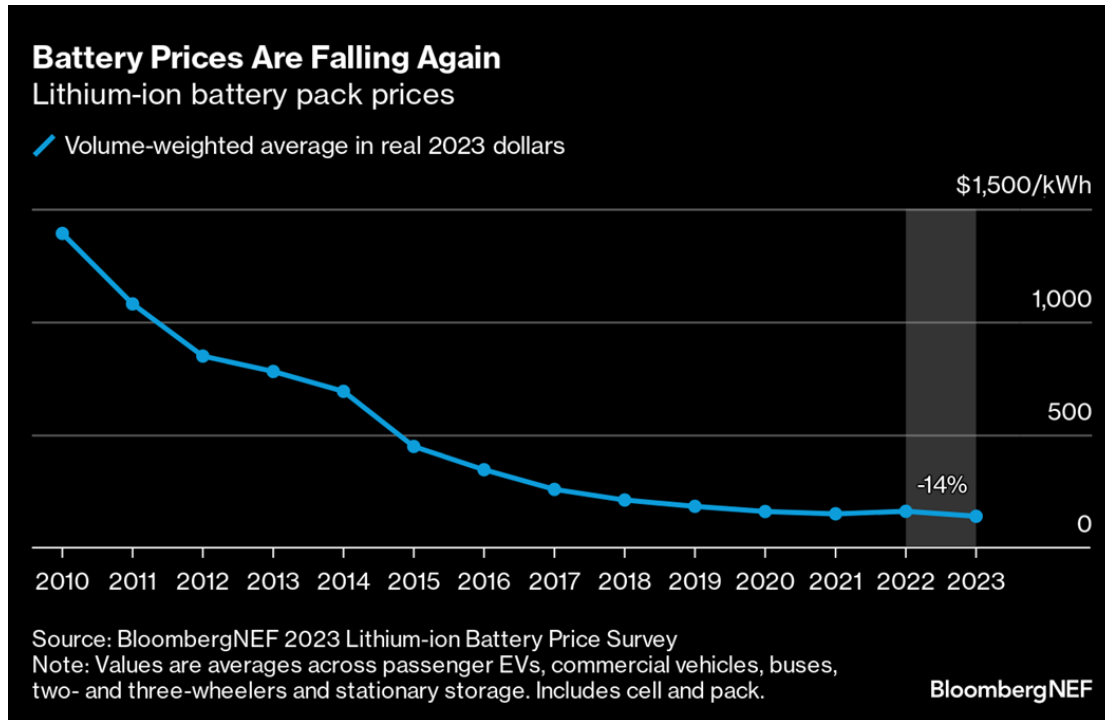
Akkujärjestelmän mahdollisuudet maataloilla

Juha Koskela
Tutkijatohtori

Akkuenergiavarastot

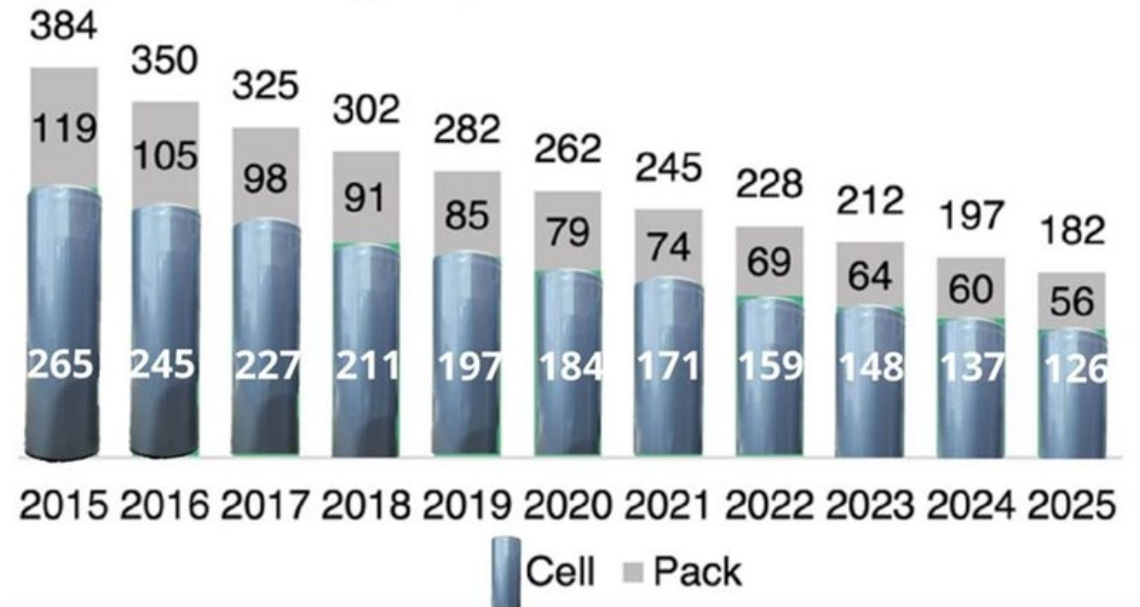


Akkujen hinnat ovat laskeneet voimakkaasti



Battery Prices Keep Tumbling

Lithium Ion Forecast (\$/kWh)

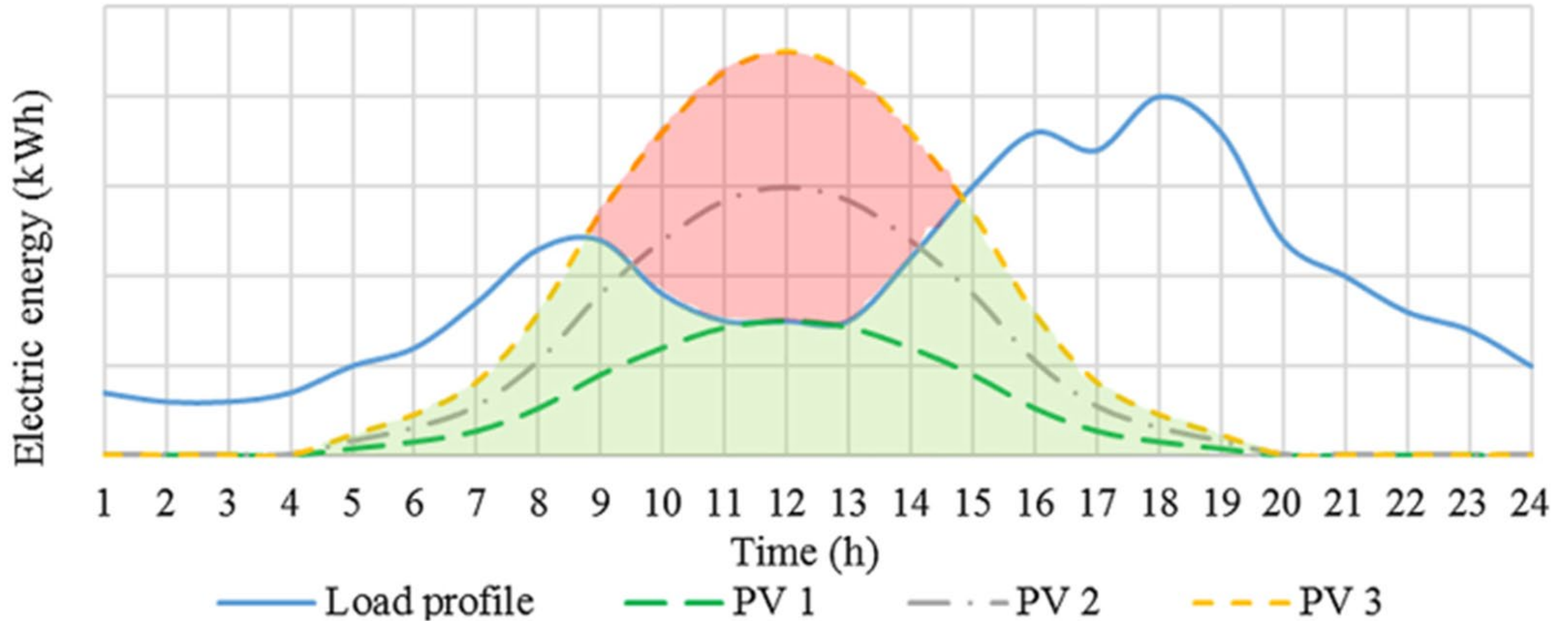


Source: Bloomberg New Energy Finance

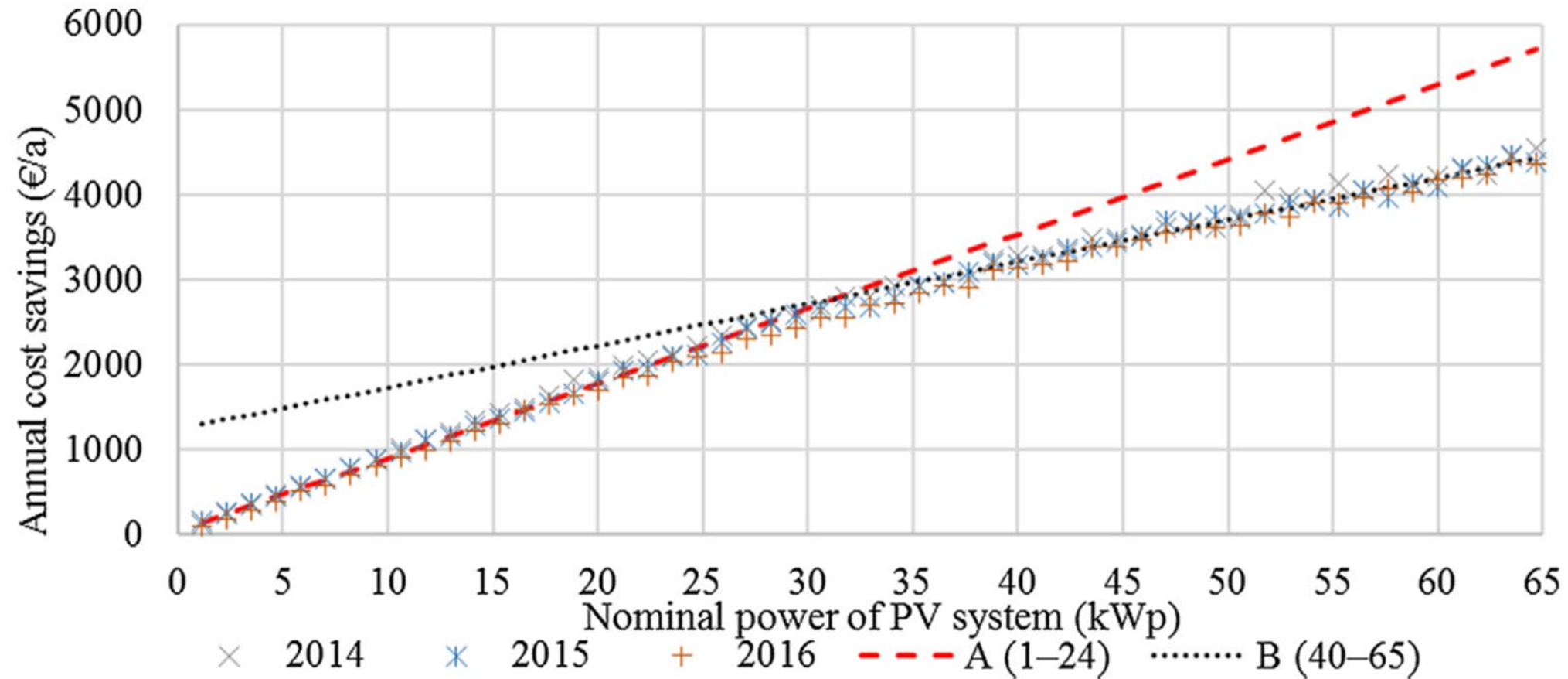
Perusteita akuista

- Kapasiteetti (kWh)
 - Paljonko akku varastoi energiaa? Esim. $100 \text{ Ah} \times 12\text{V} = 1,2 \text{ kWh}$
 - Todellinen kapasiteetti vs. nimellinen kapasiteetti
- Teho (kW)
 - Purku ja latausteho, C-arvo kertoo tehon ja kapasiteetin suhteesta
- Sykli
 - Lataus ja purkaus, Purkaussyvyys?
- Häviöt
 - Hyötysuhde, Häviöt riippuu virrasta -> tehosta, purkaussyvyydestä, lämpötilasta
 - Itsestään purkautuminen
- Elinikä
 - Montako sykliä, kuinka monta vuotta? 80% kapasiteetista
- Invertteri ja itse akku

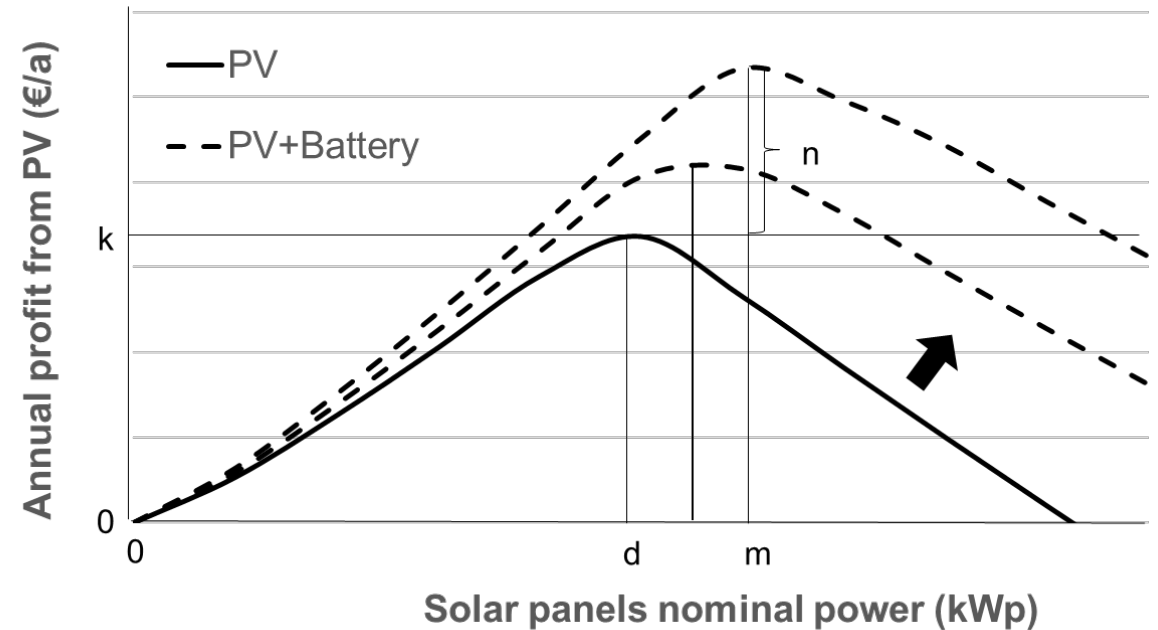
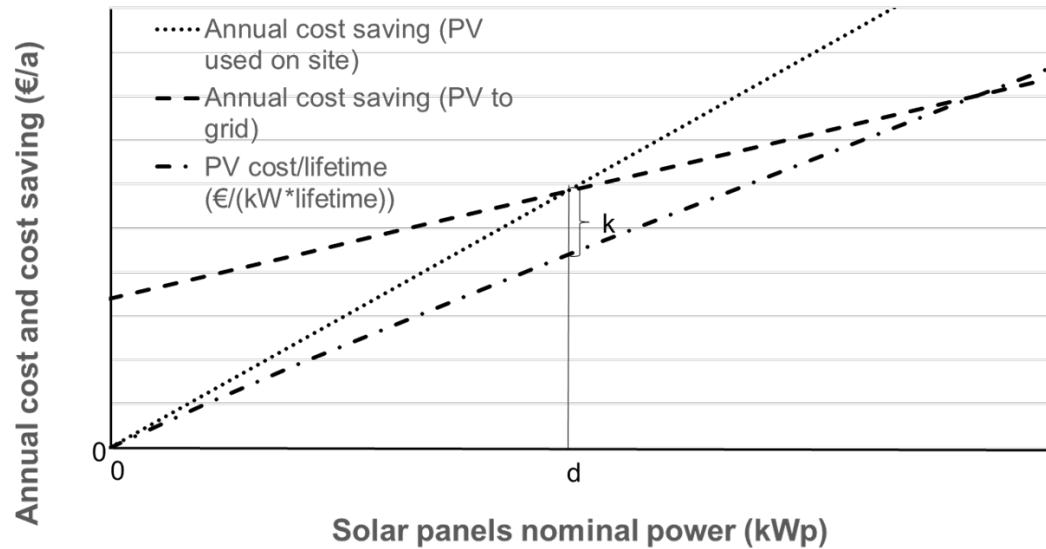
Aurinkosähkön varastointi



Aurinkosähköjärjestelmän mitoittaminen

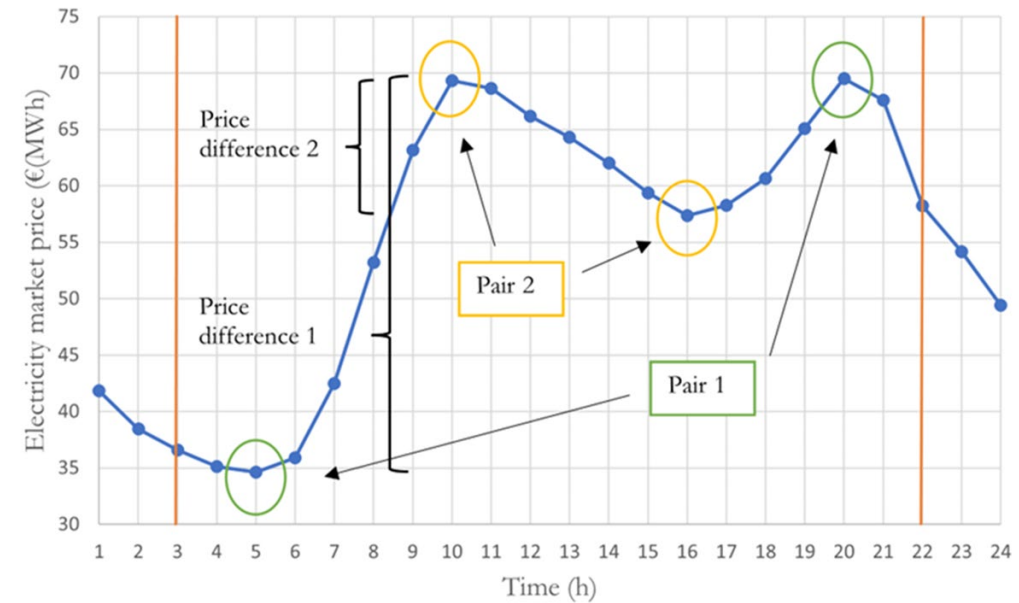
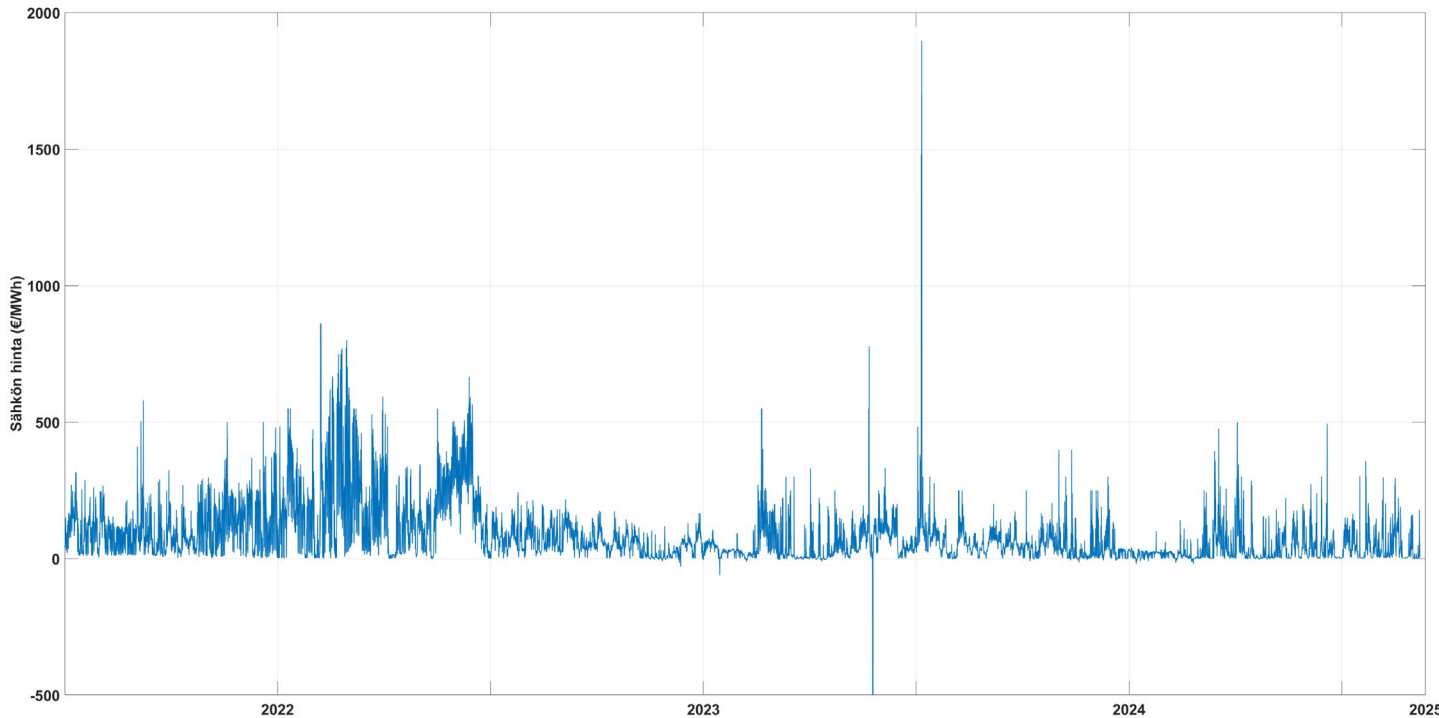
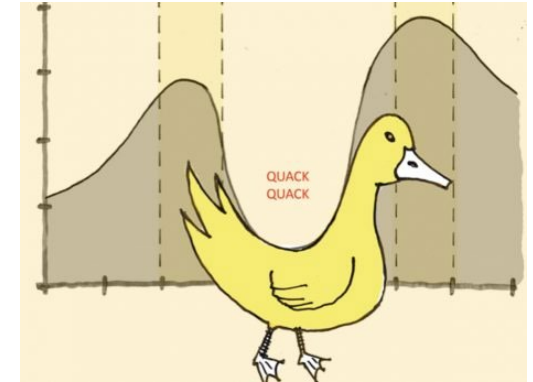


Akun vaikutus mitoitukseen



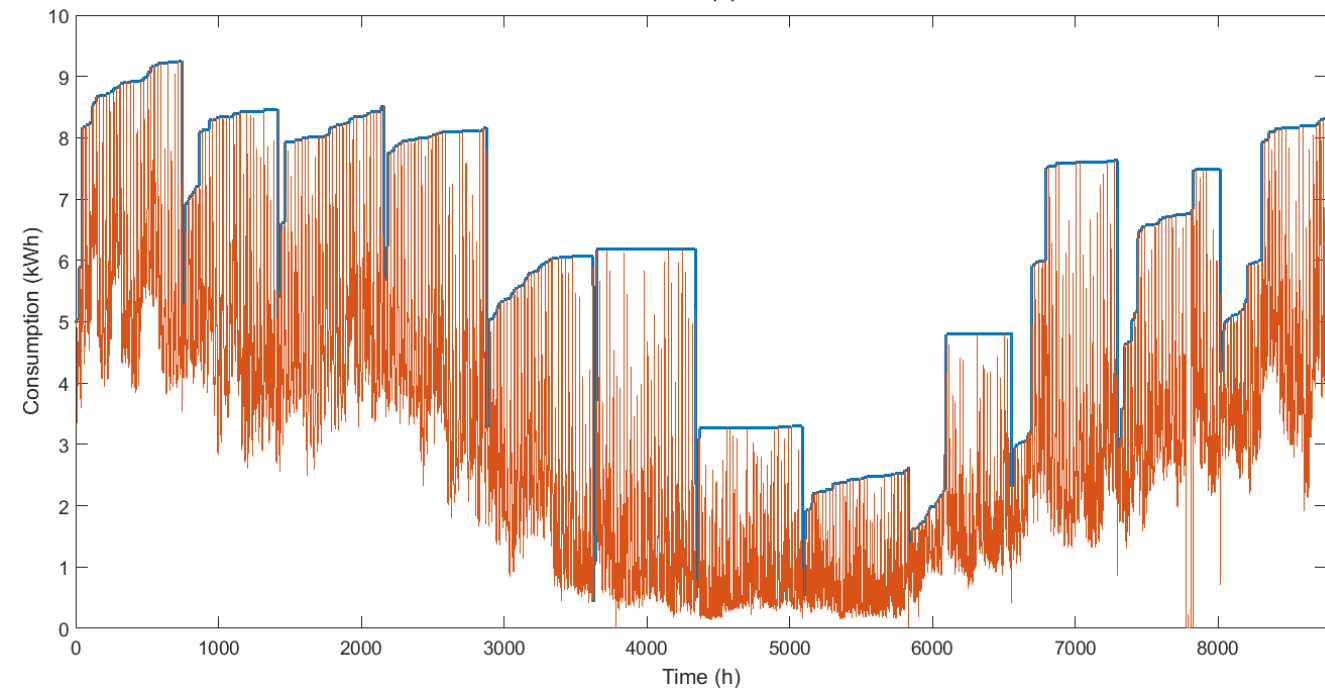
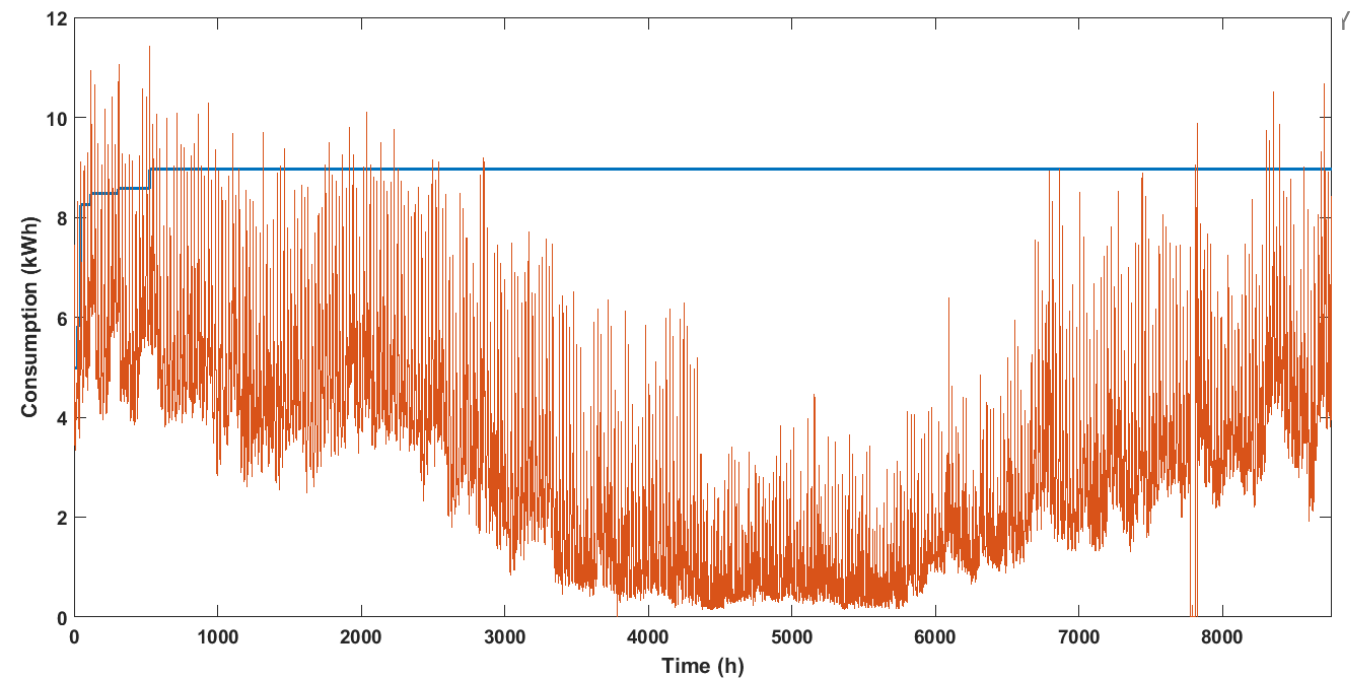
Ohjaus pörssisähkön mukaan

- Ostetaan halvalla (myydään kalliilla, jos pakko)
 - Ajoitetaan sähkön osto edullisille tunneille (varteille)
 - Hyötysuhde (LFP 92% - 97%)
 - Hintaero: $\text{ostohinta} < \text{myynti hinta} \times \text{hyötysuhde}$



Akku ja tehotariffi

- Tehotariffi tulossa myös pienasiakkaille
 - Maatilat hyötyjiä (tasainen kuorma)
- PJ-tehotariffi voi olla jo käytössä
- Akulla voidaan leikata huipputehoja
- Monimutkaistaa akun ohjausta
- Ristiriidat ohjaustavoitteiden välillä
 - Aurinkosähköä varten tyhjänä
 - Tehon laskua varten täynnä
- Ennustepohjaiset ohjausalgoritmit

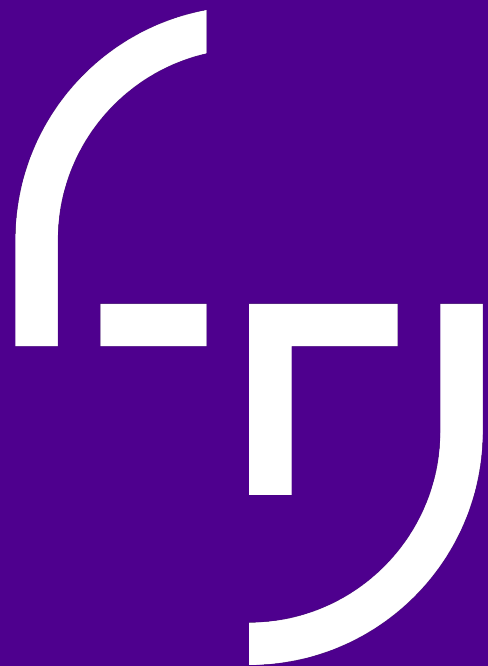


Akku reservimarkkinoilla

- Reservimarkkinat kuumentuneet
 - Liian vähän kapasiteettia suhteessa kysyntään → Korkeat hinnat
- Autetaan järjestelmää hajautetusti
- Paljon palveluntarjoajia ja aktiivista myyntiä
 - -> Hinnat on laskenut nopeasti (akkujärjestelmät)
- Akkua voidaan käyttää vain yhteen kohteeseen kerrallaan
 - Monimarkkinaoptimointi
 - Akkukapasiteetista voi olla tietty osa varattu eri käyttötarkoitukseen

Muut akkujen tarpeet maatilalla

- Varavoima (Saarekekäyttö?)
 - 100 kWh riittää noin 5h kulutukseen (jos keskimäärin 20 kW)
- Pääsulakkeen pienentäminen
 - Liittymismaksu
 - Kuukausimaksu



**Ihminen
ratkaisee.**

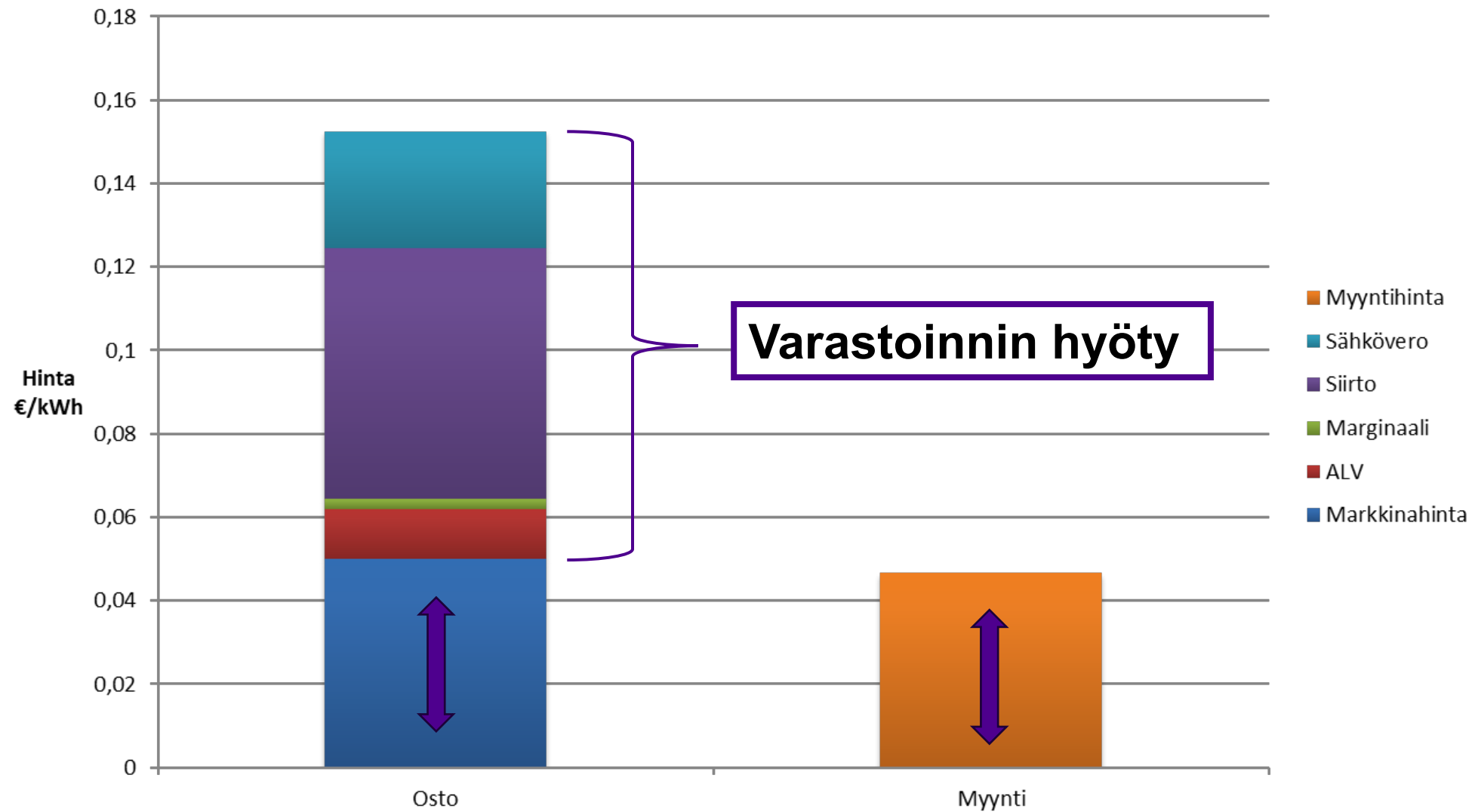
Taloudellinen näkökulma

Juha Koskela
Tutkijatohtori

Akun kannattavuus ja kustannukset

- Akun elinikä noin 10-15 vuotta
- Investointikustannukset
 - 300-800 €/kWh (pelkkä akun valmistaminen noin 100 €/kWh)
- Vähimmäistuottovaatimus (10v, 500 €/kWh)
 - 50 €/kWh/vuosi
 - 500 €/10 kWh/vuosi
 - 5000 €/100 kWh/vuosi
- Huomioitavaa
 - Akun kapasiteetti laskee eliniän aikana
 - Huomioi todellinen kapasiteetti

Aurinkosähkön varastointi



Tuotannon ajallinen siirto

- Taloudellinen optimimitoitus aurinkosähkölle: 70-90 % omakäyttöaste

- Esim. 1 kWh siirto ylituotannosta omaan käyttöön

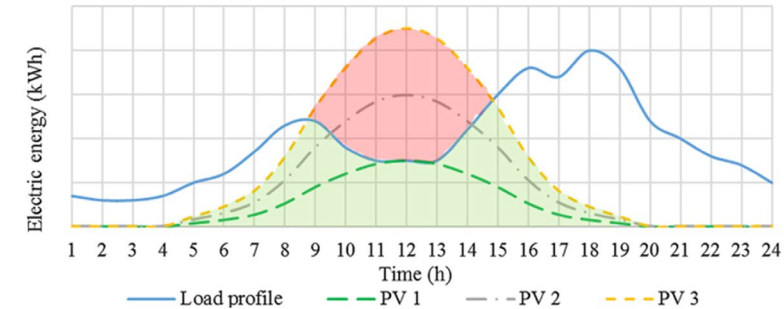
- Verkkopalvelumaksu (siirto) + verot: noin 0,1 € säästöt
- Karkeasti tarvittaisiin yli 500 sykliä vuodessa
- -> Ei yksistään kannattavaa

- Sähkön hinnan huomioiminen

- Jos pörssisähkön hintaero keskipäivän ja alkuillan välillä on keskimäärin 10 c/kWh
- Sääto tuplaantuu
- Tarvitaan enää noin 250 sykliä

- Pörssisähköohjauksesta mahdollisuus myös lisähyötyyn

- Lataus yön edullisilla tunneilla ja purku aamupiikin aikana
- Hyötyä erityisesti talvella (keskimäärin noin 0,04 € per 1 kWh siirto)



Tehon leikkaus

- Verkkoyhtiöt muuttamassa hinnoittelua kustannusperusteiseksi
- Tehomaksu mukaan
 - Pienentää energiaperusteista- tai perusmaksua
 - Heikentää hieman aurinkosähkön varastoinnin kannattavuutta
 - Maatilat hyötyjiä (Tasainen kulutus)
- Hyötyä tehon leikkauksesta
 - Kulutuspiikit usein yksittäisiä
 - Tehomaksu voisi olla esimerkiksi 2 – 10 €/kW/kk
 - Esim. 1 kW leikkaus tuo 2-10 € säästön per kk
 - Erittäin kannattava ohjaustoimi akulle, suuri hyöty pienellä syklimäärällä
 - Tehoa voi leikata vain rajallisesti
- Sulakekoon pienentäminen
 - Caruna: 63A (43,5 kW) 138,75 €/kk, 50A (34,5 kW) 88,54 €/kk
 - Sulakekoon laskun hyöty 602,52 €/vuosi

Reservimarkkinat

- Useita palveluntarjoajia
 - Miten hyvä monimarkkinaoptimointi?
 - Kannattaa kysellä käyttäjäkokemuksia
 - Luvatut tuotot vs. toteutuneet
- Sama kapasiteetti ei käytettävissä muihin käyttötarkoituksiin
- 1 kWh teoreettinen tuotto 214 €/vuosi +
 - Vähennetään:
 - Ohjauksen onnistuminen?
 - Mikä on todellinen kapasiteetti? (noin 70%?)
 - Aggregaattorin (palveluntarjoajan) palkkio (20-30%)
 - Lisäkustannukset sähkölaskulla (Voidaan luvata säästöjä)
 - Todellinen tuotto?
 - Eräs palveluntarjoaja lupaa noin 30 €/vuosi per 1 kWh (takuu, reservituotto osana muuta tuottoa)
 - Toinen lupaa noin 130 €/vuosi per 1 kWh (Markkinoinnissa)
- Tulevaisuus?

Markkinasuodattimet ⓘ

Laitoksen säätönopeus
Kaikki valinnat ▼

Säädön maksimikesto
Kaikki valinnat ▼

Säädön suunta
Kaikki valinnat ▼

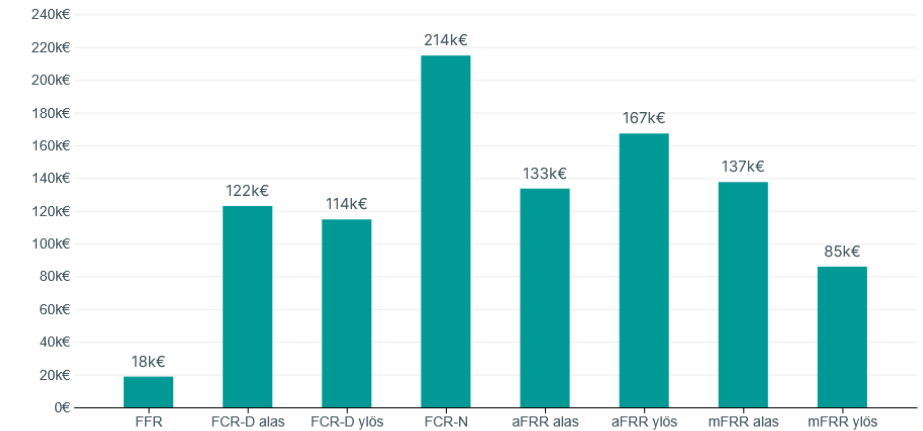
Tarkasteltava aikaväli ⓘ

Aloituspäivä 23.09.2024 📅 Lopetuspäivä 22.09.2025 📅

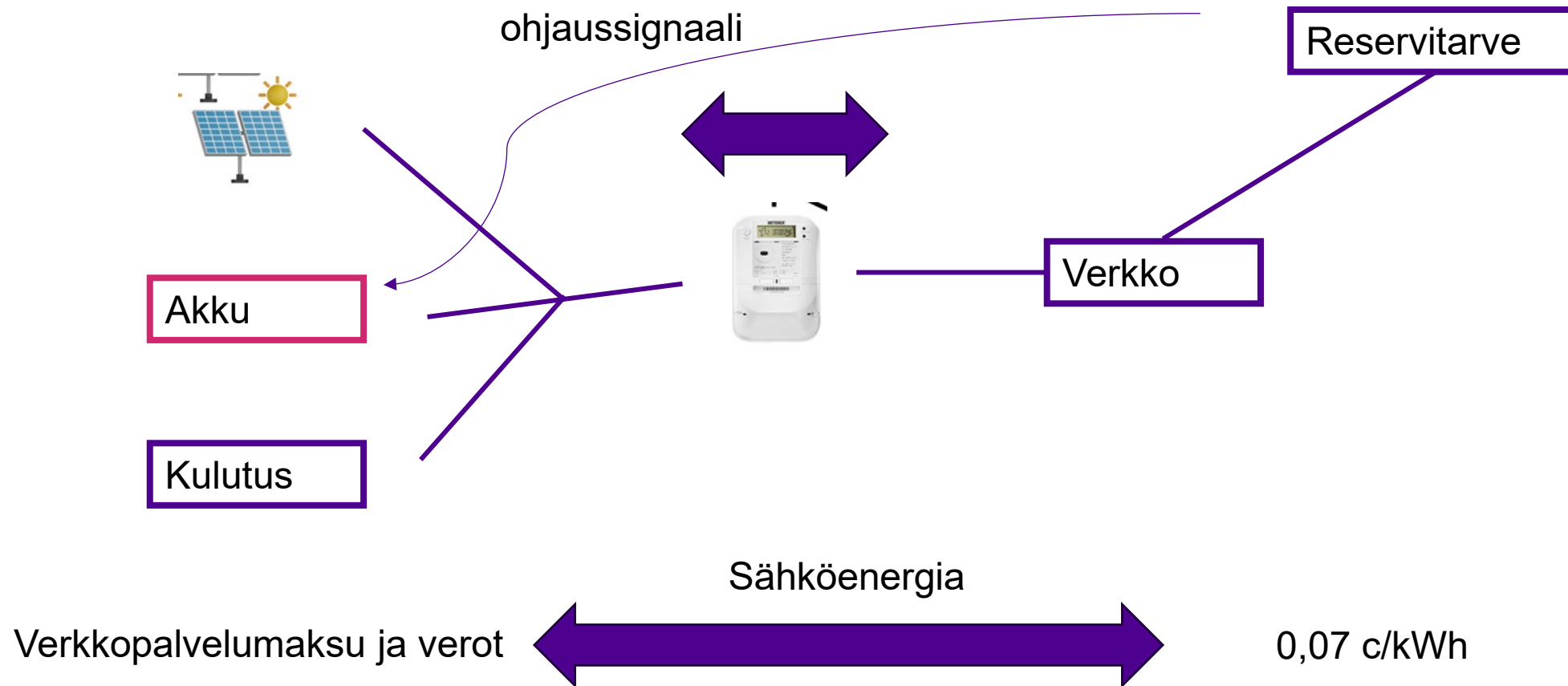
Viimeisin vuosi Viimeisin kesä
Viimeisin talvi Viimeisin kuukausi

Keskimääräinen käyttöaste % ⓘ 100%
🎛️

Potentiaaliset tuotot 1 MW reservikyvyllä valitulla ajanjaksolla



Akun reservikäyttö

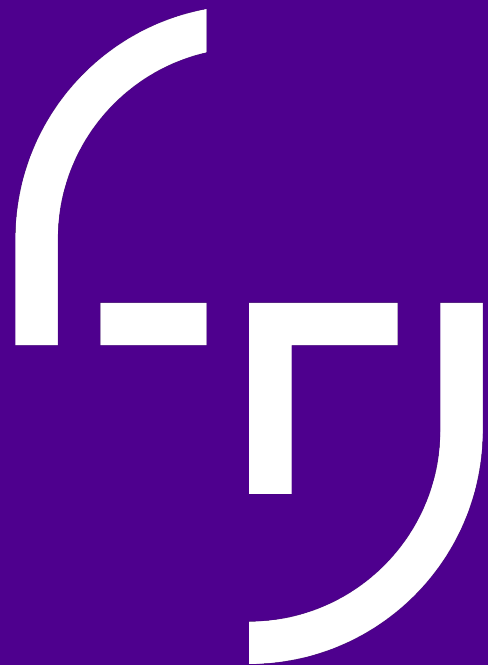


Taloudelliset riskit

- Sähkön hinnan vaihtelu
 - Lokakuun alusta varttispotti
 - Miten vaikuttaa?
- Verkkopalvelumaksujen muutokset
 - Tehotariffin käyttöönotto
- Reservimarkkinat
 - Miten hinnat kehittyvät tulevaisuudessa
- Akun ikääntyminen
 - Ikääntyykö akku odotetusti?
 - Vakuutus?
- Akkujen hintakehitys
- Palveluntarjoajan kannattavuus ja pysyvyys
- Onko tilalle tulevaisuudessa tulossa ajoitettavaa varastokapasiteettia?
 - Laitteiden ja koneiden akut -> Sähköistyminen

Yhteenveto

- Akku voi olla kannattava ja hyvä sijoitus
 - Vain harvoin kannattava yhdessä ohjaustoimessa
- Arvioi tarkkaan tarve maatilallasi
 - Onko palveluntarjoajalla tai vähittäismyyjällä tarjota ratkaisu juuri sinun tarpeeseen?
 - Ylimitoitettut aurinkopaneelit
 - Tehon leikkauksen tarve
 - Kulutuksen ajallinen siirto
 - Liittymässä kapasiteettia käytettäväksi reservimarkkinoilla
 - Verkkoyhtiö näkee akun tuotantolaitteena



**Ihminen
ratkaisee.**



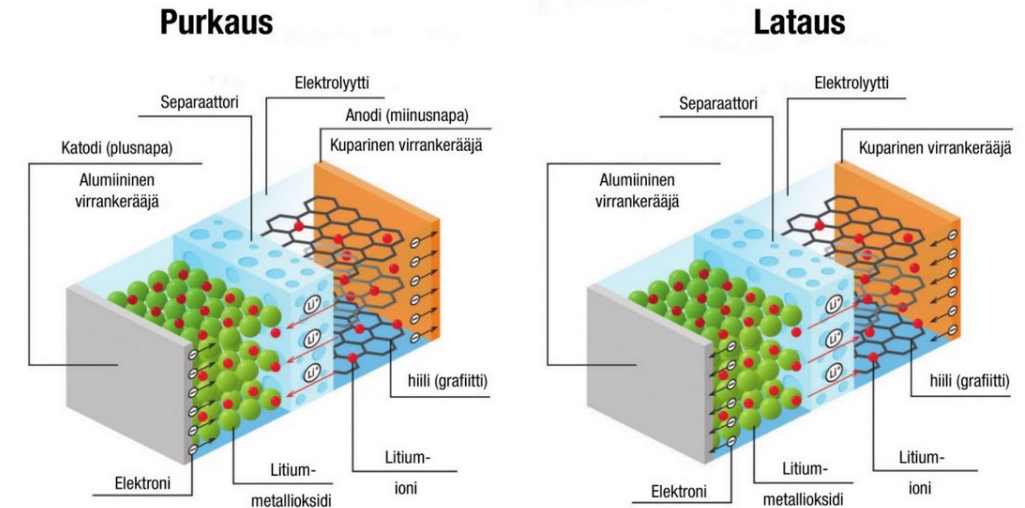
Akkujärjestelmän turvallisuuuteen liittyvät asiat maatilan näkökulma

Juha Koskela
Tutkijatohtori

Akun rakenne

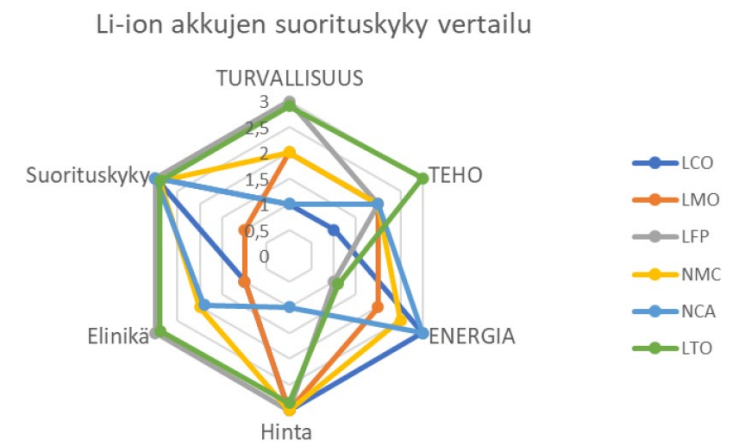
- Akku koostuu anodista (miinusnapa), katodista (plusnapa) ja erilaisista erotus-, eristys- ja suojakerroksista
- Latauksessa ja purkauksessa litiumionit siirtyvät anodin ja katodin välillä
- Napojen jännite syntyy varauserosta kemiallisesti
- Hyvin suuretkin akkupaketit koostuvat yksittäisistä kennoista
 - Tyypillisesti muistuttavat sormiparistoa
- Akun kuntoa valvoo BMS (battery management system)

Litiumioniakun kennorakenne



Turvallisuus ja riskit

- Akut ovat nykyään hyvin turvallisia!
 - Akkujen valmistusprosessit ja laadunvalvonta on kehittynyt
- Eri akkukemioilla erilaiset ominaisuudet
 - LFP (Litiumrautafosfaatti) on turvallisin ja vakain katodimateriaali
- Riskit:
 - Paloturvallisuus
 - Lämpöryntäys: Itseään ruokkiva tapahtumasarja, joka johtuu kennon ylikuumenemisesta ja mekaanisten vaurioiden sarjasta
 - Sammuttamisessa/hillitsemisessä tärkeintä jäähdytys
 - Akun upottaminen veteen tai voimakas jäähdyttäminen
 - Akkupaketin paisuminen: hidas hallittu ”lämpöryntäys”



Riskien ehkäisy

- Vakaa lämpötila
- Ei sijoiteta akkua lähelle kulkuteitä (riski mekaaniselle vauriolle)
- Paloturvallinen tila
- Ammattitaitoinen asennus

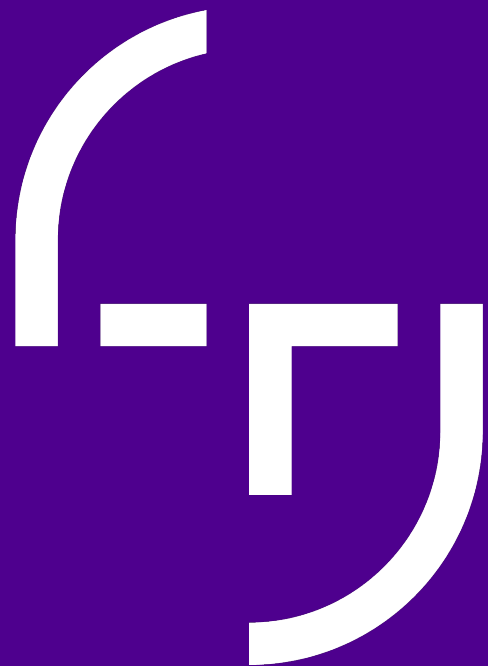
Muut riskit

- Asennustapa
 - Liitetäänkö keskukseen mittarin taakse vai kaivetaanko syöttökaapeli ylös?
 - Mittarin takaa akku irrotettavissa
 - Luovutetaanko käyttöpaikan hallinta akun operoijalle?
 - ”Akkusähkö sopimus”
 - Entä jos...?
 - Kuka omistaa akut
- Ympäristönäkökulmat
 - Akkumateriaalien riittävyys
 - Akkumateriaalien kierrätys

Yhteenveto

- Akut ovat hyvin turvallisia!
- Riskejä voi minimoida
- Akku voi olla hyvä sijoitus, oikeassa käyttötarkoituksessa ja oikeassa kohteessa
- Reservimarkkina ei ole ehtymätön kultakaivos

juha.j.koskela@tuni.fi



**Ihminen
ratkaisee.**